GE
Inspection Technologies

Ultrasonic

DM5E シリーズ

超音波厚さ計

取扱説明書

P/N 1259551 Rev. 1-1

1. 概要

2. 操作キーとメニュー

3. セットアップ

4. 厚さ測定

5. データレコーダ（オプション）

6. データ出力

7. 仕様

8. 保守

付録 A. 補足情報

付録 B. 規格適合

重要注意事項

本機器をご使用になる前に必ず下記の注意事項をお読みになり、正しくご使用ください。下記の指示に従うことなく測定を実施すると正しい測定値が得られず、誤った測定結果に基づいて評価を行うこととなり、その結果財物破損や人身傷害、死亡事故が生じる恐れがあります。

全般的な注意

超音波機器の正しく使用するため、特に以下の点に留意してください。

- 検査に最適な機器の選定
- 試験体およびアプリケーションに関する知識
- 機器使用者の訓練

本書では、DM5E シリーズの基本設定と操作について説明します。超音波測定の原理や測定に影響を及ぼす要因などについての詳細説明は省略していますので、予めご了承ください。詳細説明については、超音波検査に関する教本などを参照してください。

超音波厚さ測定の重要な操作

正確な厚さ測定値が得られるよう、下記の点に留意して測定を実施してください。

1. *音速調整*

超音波厚さ計の原理は、試験体内で超音波パルスが伝搬する時間を測定し、この時間に試験体の音速を掛け合わせるというものです。厚さ計を校正した試験片と測定物の音速が異なると測定値が異なるため、音速を補正する必要があります。音速表に記載の音速は測定物の実際の音速とは異なる場合があるため、注意してください。測定値の差を補正するには、測定物と同じ材料で作成した対比試験片を使用して音速調整を行います。

試験体の音速は、常に一定ではなく、熱処理などの温度変化の影響で変化することがあります。音速変化による測定の差を小さくするため、検査開始前に厚さ計を校正し、検査後に校正値を確認してください。

2. *ゼロ点調整*

厚さ計を校正する前に探触子のゼロ点調整を行ってください。ゼロ点調整が正しく行われていないと測定誤差が生じます。

3. *温度の影響*

温度変化によって試験体や探触子ディレイラインの音速が変わると正しい校正値が得られなくなるため、検査場所にて試験体と同じ温度の試験片を用いて校正してください。

4. *探触子の選定*

測定には、目立った磨耗のない良好な状態の探触子を使用してください。探触子が著しく磨耗していると、測定できる範囲が小さくなります。探触子の仕様（測定範囲や使用温度）を確認し、試験体に合わせて適切な探触子を選定してください。

5. *接触媒質*

接触媒質は測定面にむらなく均一に塗布してください。むらがあると測定値にばらつきが生じることがあります。校正と実際の測定で接触状態が異なることがないよう、適量の接触媒質を塗布し、一定の圧力で試験体に接触させてください。

6. ダブリング

超音波厚さ計は、実際の試験体の厚さの 2 倍（場合によっては 3 倍）の厚さ値を表示することがあります。これは一般に「ダブリング」と呼ばれる現象であり、試験体の厚さが探触子の測定範囲の下限値よりも薄い場合に生じます。探触子が磨耗していると、探触子の測定範囲内の厚さであってもダブリングが生じることがあります。

測定下限値の 2 倍以下の値が得られた場合は、ダブリングが生じている可能性があります。この場合、別の方法で厚さを測定し、厚さ値を確認してください。探触子に磨耗の兆候がある場合、2 番目の反射エコーでダブリングが生じたり、複数の信号が測定値として表示されることがあります。ダブリングの可能性がある場合は、同じ試験体を別の方法で測定して確認してください。探触子が摩耗していると探触子の測定可能範囲の 2 倍以上の厚さがあっても、ダブリングが生じることがあります。この限界値は厚さ計と探触子の組み合わせにより、あらゆる厚さのテストピースを使用して検証する必要があります。ダブリングの影響を受けないよう、探触子の選定と管理に十分注意してください。

安全上の注意

DM5E は材料の厚さを測定するための機器です。工業用機器であるため、医療やその他の目的には使用できません。

DM5E では単 3 アルカリ電池 2 本を使用します。その他の電池は使用しないでください。

DM5E 本体および部品を廃棄する場合は、該当の法令に従ってください。詳細については、付録 B「法令順守」を参照してください。

ソフトウェア

検査を開始する前に、機器が正常に動作し、ソフトウェアにバグなどの問題がないか確認してください。

故障

以下の症状が見られる場合は直ちに DM5E の使用を中止し、電源を切って バッテリを取り出してください。

- 本体に外傷がある
- 正常に動作しない
- 高温、高湿度など、悪条件下で長期間保管していた
- 搬送中に強い衝撃が加わった

保守

機器に不具合が生じた場合は、GE インスペクション・テクノロジーズにお問い合わせください。

超音波検査技術に関する知識

本機器の使用には、超音波検査の原理や検査方法、検査に必要な性能、設定条件等についての知識が必要です。特に、本機器の操作を始める前に以下の内容を理解しておいてください。

- 超音波の伝搬原理
- 試験体の音速が測定結果に与える影響
- 2 種類の材料の境界面での超音波の状態
- 超音波ビームの伝搬範囲

超音波検査技術に関する講習、認定、資格についての詳細は、社団法人日本非破壊検査協会やその他技術団体、政府機関にお問い合わせください。

超音波厚さ測定の限界

超音波測定で得られる情報は超音波が伝搬する範囲に限定され、形状によっては超音波の伝搬が異なるため、十分注意が必要です。特に、腐食や浸食により均質でない測定部の判定には、十分な経験と知識が必要となります。

超音波厚さ計は、反射源で反射したエコーを捉えて測定値を表示します。従って、試験体内にきずなどの反射源があると、底面で反射したエコーではなく、きずなどの反射源までの距離が測定値として表示されます。

1. 概要

DM5E シリーズには以下の 2 機種があります。

- DM5E （基本機能 + デュアルマルチ機能搭載）
- DM5E DL（基本機能 + デュアルマルチ + データレコーダ機能搭載）

本章では DM5E の基本構造について説明します。操作を開始する前に本章と次章のメニュー構造と基本操作に関する説明をお読みください。

1.1 電池について

DM5E は単 3 アルカリ電池 2 本で約 60 時間操作可能です。電池は本体裏面の電池カバーを外して挿入してください（図 1）。

重要： 電源供給や充電に USB 端子を使用することはできません。

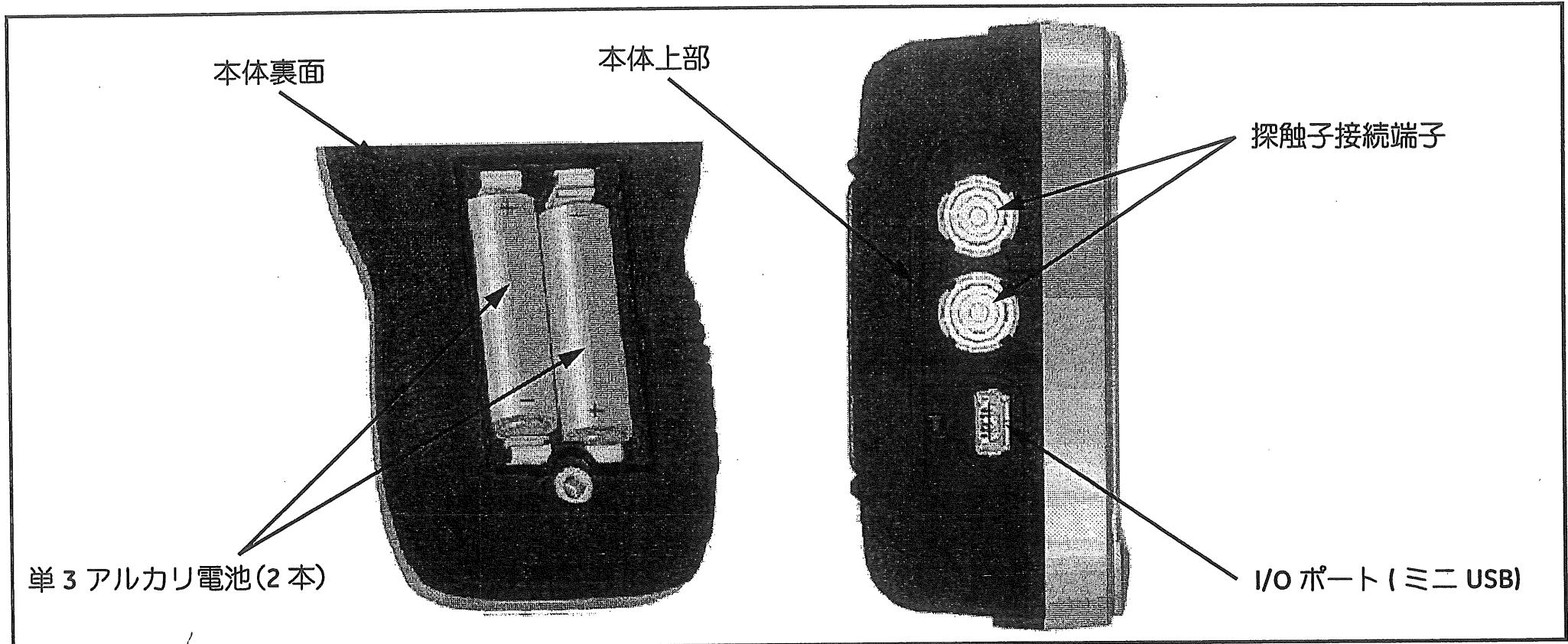



図 1: 接続端子と電池挿入部（電池カバーを外した状態）

バッテリ残量は画面に表示のバッテリマークで確認できます。バッテリマークの残量表示が 1/4 以下になったら、直ちに電池を交換してください。バッテリがなくなると自動的に電源が切れます。電源が切れたとき、設定条件は消えません。電源は再度電源キーを押すと戻ります。遠隔地で検査を行う場合は予備電池を携帯してください。

1.2 電源のオン／オフ

電源を入れるには、電源キー CAL/ON を長押しします。再度 CAL/ON キーを長押しすると電源が切れます。

1.3 DM5E の主な特長

- 大きく見やすい測定値表示
- アラームバーグラフ
- セットアップファイル搭載
- 探触子 DA5xx シリーズに対応
- 英数文字でデータファイルの名前付けが可能（DM5E DL のみ）
- パスワード設定による各種設定のロック機能

- バックライト付きで見やすい液晶ディスプレイ
- Microsoft Excel でデータファイルを取込み可能（DM5E DL のみ）
- 単 3 アルカリ電池 2 本で約 60 時間動作
- シンプルなメニュー構造により操作が簡単
- 多言語対応
- ミリ表示では小数点以下第 2 位、インチ表示では小数点以下第 3 位まで表示可能
- 最小厚さ測定、最大厚さ測定、差厚測定（実測値および %）機能搭載
- B スコープ表示機能搭載
- デュアルマルチ機能搭載
- データレコーダに最大 50,000 点の測定値を保存可能（DM5E DL のみ）
- データ管理ソフトウェア UltraMATE© および UltraMATE LITE© に対応

1.3.1 標準構成品

1.3.1a DM5E の標準構成品

DM5E:

- DM5E 本体
- 単 3 アルカリ乾電池（2 本）
- プラスチック製キャリングケース
- 接触媒質
- 取扱説明書
- 校正証明書類一式

DM5E DL:

- DM5E DL 本体
- 単 3 アルカリ乾電池（2 本）
- プラスチック製キャリングケース
- 接触媒質
- アップグレードユーティリティ CD-ROM
- 取扱説明書
- 校正証明書類一式
- USB データ転送ケーブル C-994

Note: *アップグレードユーティリティCD-ROMの使用にはミニUSB - PCケーブルが必要です。ミニUSB - PCケーブルはDM5E DLにのみ標準品として附属しています。DM5Eには附属しておりません。*

1.3.1b　DM5E の機種

- DM5E （基本機能 + デュアルマルチ機能搭載）
- DM5E DL（基本機能 + デュアルマルチ + データレコーダ機能搭載）

1.4　本書について

本書は、1 ～ 8 章と附属書で構成されています。本書の内容は、DM5E シリーズの全機種に該当します。但し、データレコーダ機能に関する説明は DM5E DL にのみ該当します。

2. 操作キーとメニュー

本章では DM5E の画面表示と操作キーについて説明します。

Note: *測定値の表示は、設定によって異なります。本章では一般的な画面表示を示します。*

2.1 操作キー

DM5E には以下の操作キーがあります。

- **4 つの矢印キー**：メニューと設定値の選択に使用します。
- **機能キー**：キーの上に表示されている機能の選択に使用します。
- **CAL/ON キー**：設定値の適用と校正開始に使用します。また、長押すると電源の入／切ができます。
- **MODE キー**：表示モードの切り替えに使用します。

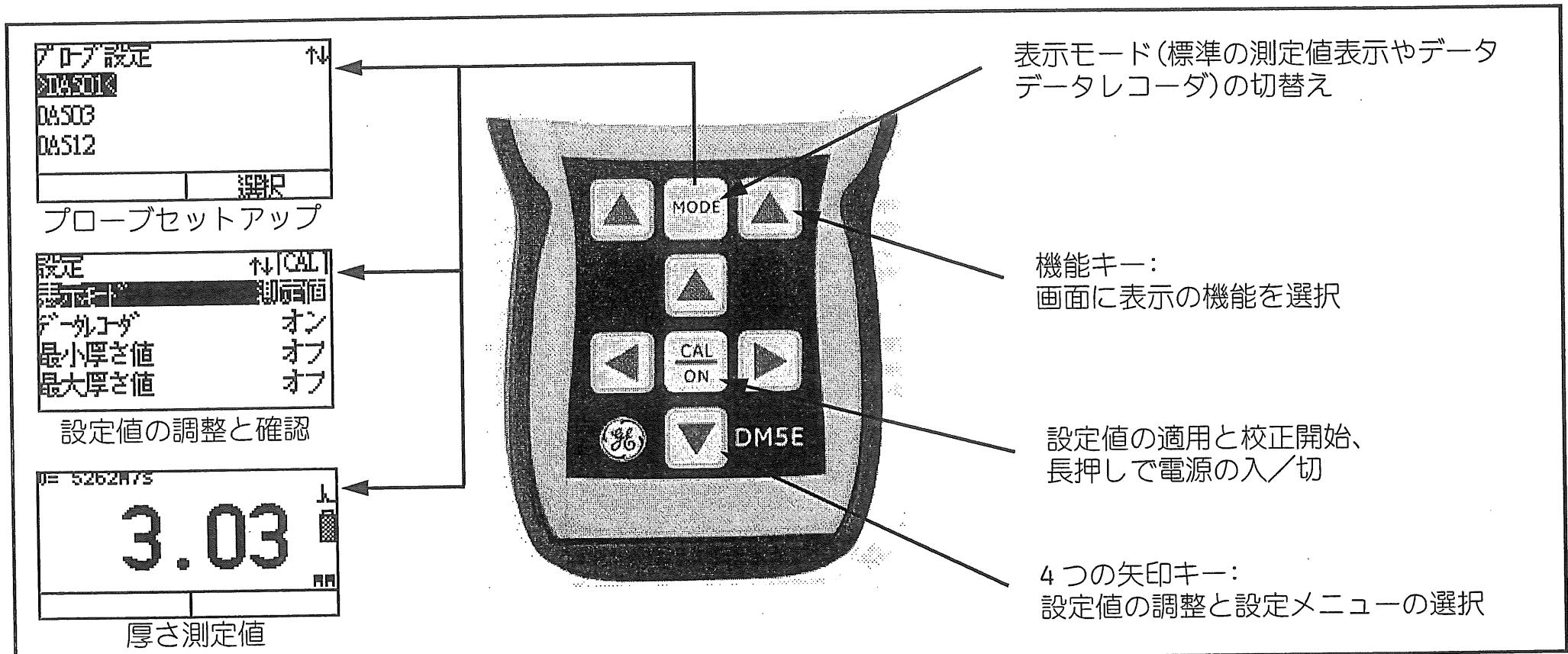



図 1: DM5E の操作キー

2.2 表示画面

DM5E には主に 4 つの表示モードがあります。

- **測定値モード**：測定値、アイコン、データレコーダ搭載の場合はファイル名や保存先を表示します。図 2 に代表的な測定値表示を示します。表示は、機器の設定やオプション機能によって若干異なります。
- **プローブ設定モード**：使用するプローブの種類を選択します。選択したプローブの種類により基本的な設定条件が決まります（図 3）
- **ファイル表示モード**：データレコーダ（DM5E DL）の場合は、データファイルの作成と測定値の保存ができます（図 4）。DM5E の場合、ファイル表示モードはありません。データレコーダを搭載していても、設定モードでデータレコーダをオンに設定していないとファイルを表示できません。
- **設定モード**：測定条件などの設定ができます。表示内容は機能搭載の有無により若干異なります（図 5）。

校正音速
測定値（探触子接触中は黒塗り文字）
バッテリ残量
測定単位
V= 5262M/S
3.03
MM
データレコーダファイル ON（ロケーションの表示）
LOC=A1(2.34MM)
2.35
通常測定表示
保存
公称厚さ値
測定値
V= 5262M/S
NOM(2.50) 2.36
-0.14
-5.6%
公称厚さ値と実際の測定値の差
測定範囲
2.49 1.23 3.72
MIN
2.79
タイムアウトバー
測定値（探触子が非接触の状態では白塗りに）

図 2: 測定値表示モード

図 3: プローブ設定モード

図 4: ファイル表示モード

設定 ↑↓[CAL]
表示モード 測定値
データレコーダ オン
最小厚さ値 オフ
最大厚さ値 オフ
公称厚さ値 2.50
表示分解能 X.XX
Bスキャン最小値 0.00
Bスキャン最大値 508.00
DUAL MULTI オフ
画面更新速度 8 HZ
測定値保持 ホールド
ゲイン デフォルト
時間 22:09
日付 JAN/20/2000
単位 MM
小数点 ピリオド
言語 日本語
コントラスト 18
バックライト オフ
自動電源オフ 5
キーでパラメータを選択
CAL ON
キーを押してパラメータの選択を
確定し、 キーで設定値を調整。
最後に キーを押して完了。

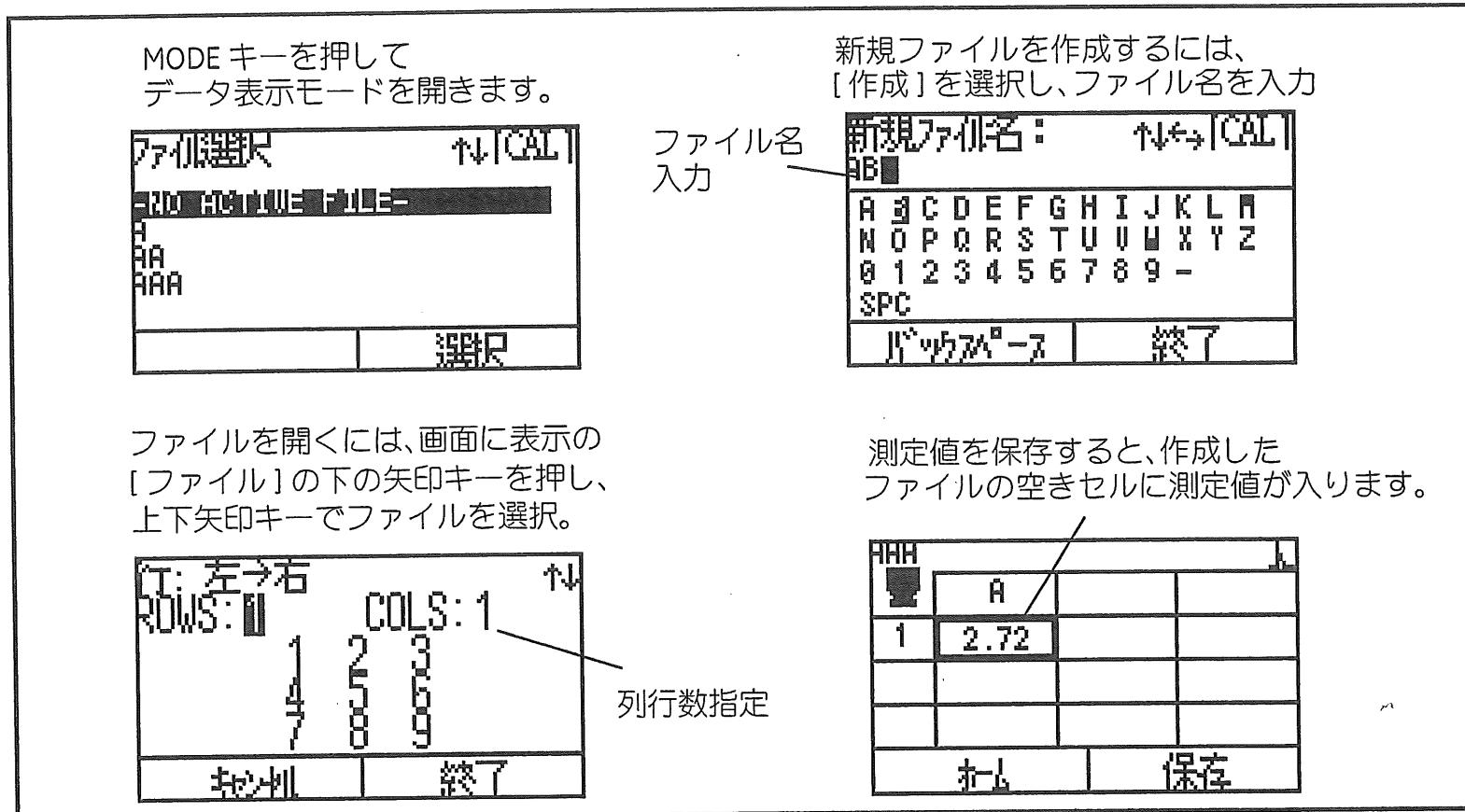
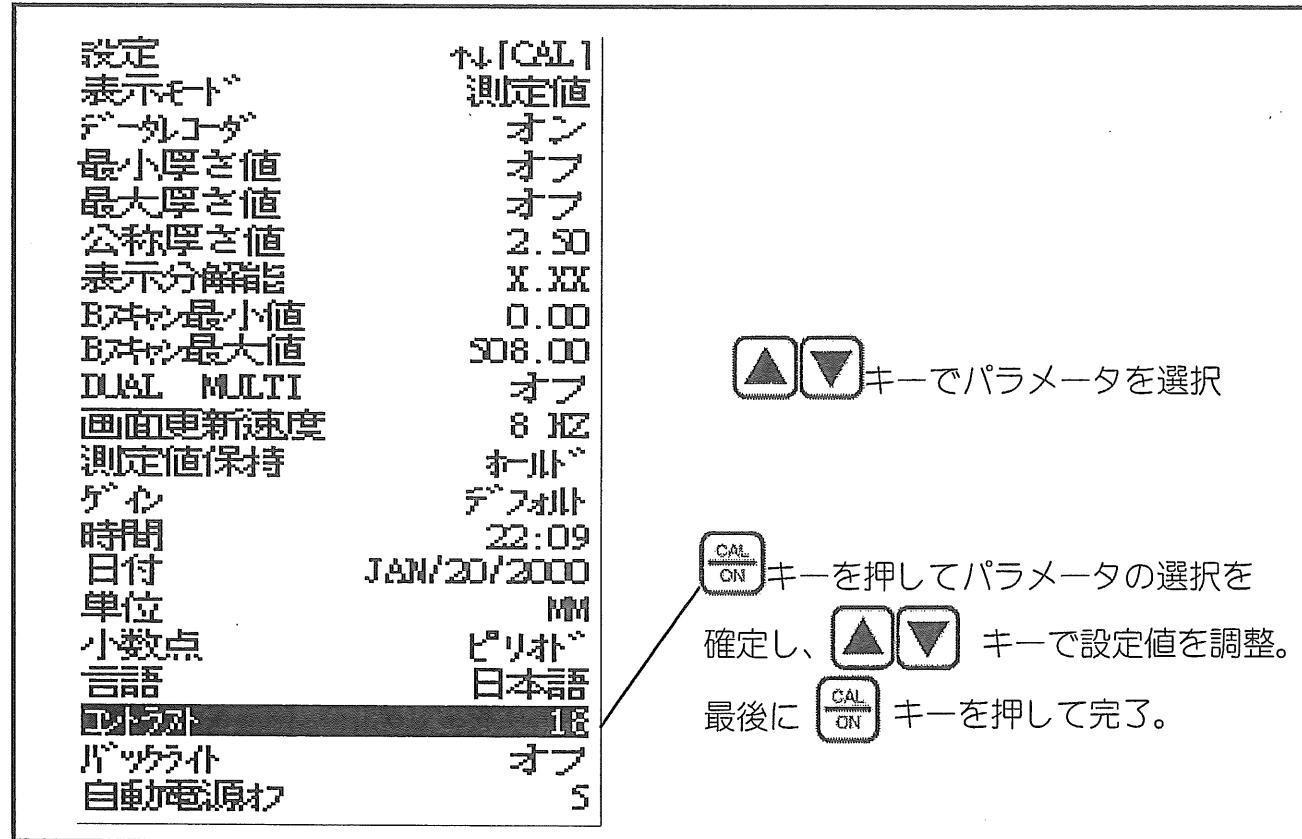



図 5: 設定表示モード

2.3 設定表示モード

MODE キーを押すと画面が設定表示モードに切り替わり、設定値の変更ができます。

- **表示モード** - 測定値の表示モードを選択（4.1 項参照）
- **データレコーダ** - データレコーダのオン／オフ（DM5E DL の場合）
- **最小厚さ値** - アラームの下限値を設定（3.4 項参照）
- **最大厚さ値** - アラームの上限値を設定（3.4 項参照）
- **単位** - 測定単位（mm またはインチ）を選択（3.2 項参照）
- **公称厚さ値** - 差厚測定に使用する、試験体の公称厚さ値を入力（3.2.3 項参照）
- **表示分解能** - 測定値の小数点以下の数を選択
- **画面更新速度** - 測定データの更新速度を設定（3.2.2 項参照）

- **バックライト** - 表示バックライトの設定。オン／オフ／自動から選択可能。自動は、キー操作やプローブ接続を行うとバックライトが点灯。
- **コントラスト** - 表示画面のコントラストを▲ ▼キーで調整
- **言語** - メニュー表示言語を選択（3.2 項参照）
- **B スキャン最小値** - B スコープ表示の最小厚さ値を設定（3.2.1 項参照）
- **B スキャン最大値** - B スコープ表示の最大厚さ値を設定（3.2.1 項参照）
- **DUAL MULTI** - デュアルマルチモードと標準測定モードの切替え（3.2 項参照）
- **測定値保持** - プローブを試験体から離しても測定値が表示画面から消えない設定（3.2 項参照）

- **時間** - 時間を設定（3.2 項参照）
- **日付** - 日付を設定（3.2 項参照）
- **ゲイン** - ゲインレベルを選択（低／高／自動／デフォルト）（3.2.1 項参照）
- **小数点** - 小数点の種類をピリオド (.) またはコンマ (,) から選択（3.2 項参照）
- **自動電源オフ** - 節電モードの設定。操作をしない時間が設定した時間（分）を超えると電源が切れる設定。オフを選択した場合、[CAL/ON] キーを押さないかぎり電源は切れません。

3. セットアップ

測定を開始する前に、装置の設定を正しく行ってください。本章では、測定開始前の画面設定や測定条件の設定について説明します。本章で説明する内容は、DM5E シリーズの全機種に該当します。

DM5E には標準のセットアップファイルが搭載されており、使用するプローブの種類を選択することでセットアップファイルの選択ができます。基本的な設定は、選択したセットアップファイルに基づいてデフォルト値に設定されます。

本章の内容：

- プローブの接続とセットアップファイルの読込み（3.1 項参照）
- 表示画面の設定（3.2 項参照）
- ゲインと更新速度の設定（3.2 項参照）
- 校正（3.3 項参照）
- アラームの上限・下限値の設定（3.4 項参照）
- 操作のロックとロック解除（3.6 項参照）

3.1 プローブの接続とセットアップファイル読込み

測定を開始する前にプローブを接続してセットアップファイルを選択してください（*図 6*）。

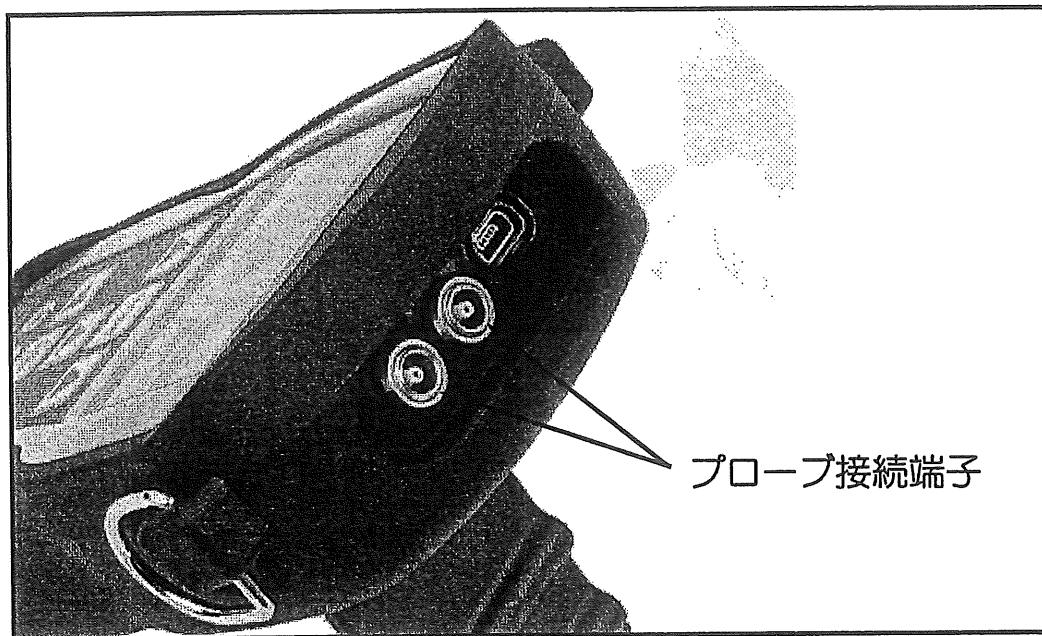



図 6: 本体上部

Note: *プローブケーブルの接続向きに注意し、しっかりと接続します。*

プローブを本体に接続し、MODE キーを押してプローブ設定画面（図 7）を開きます。この画面で DA501 セットアップファイルを選択します。

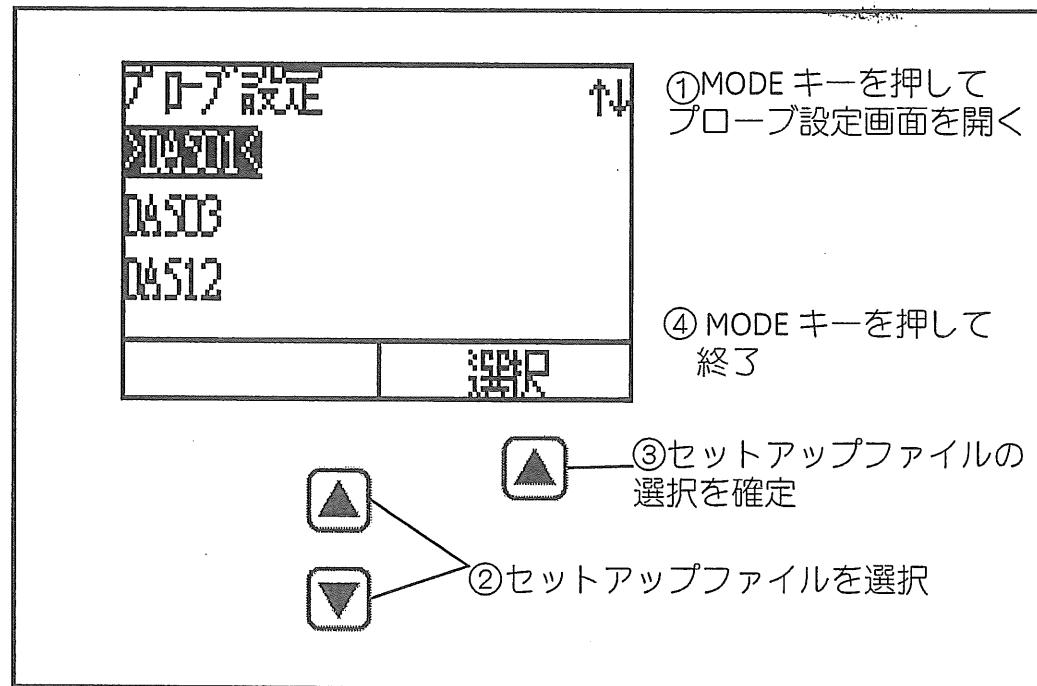



図 7: セットアップファイルの選択

3.2 装置の設定

測定を開始する前に、以下の手順で各種パラメータの設定(図8)を行ってください。

パラメータ設定基本手順：

1. 設定メニューが現れるまで、MODE キーを押します。
2. ▲ ▼ キーで調整したいパラメータを選択します。
3. 希望のパラメータがハイライトされたら CAL/ON キーを押します。
4. ▲ ▼ キーで設定値を調整し、CAL/ON キーを押して設定を確定します。
5. 手順 2 ～ 4 を繰返してすべてのパラメータを調整し、MODE キーを押して測定モードに戻ります。

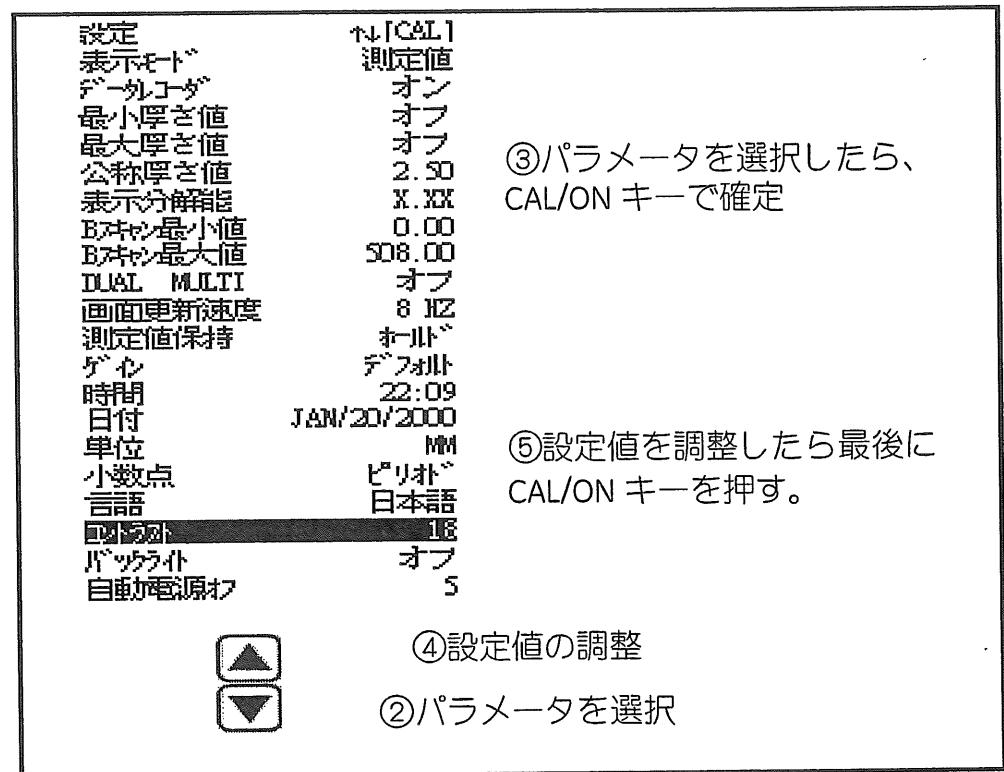



図 8: 設定メニュー

設定メニューで次のパラメータ調整ができます。

- 言語 - 表示言語の設定
- 測定単位 - mm とインチのいずれかを選択可能
- 表示分解能 - 測定値表示の小数点以下の桁数を選択
- 画面更新速度 - 測定値表示の更新速度を4Hzまたは8 Hzに設定
- 小数点 - 小数点の種類をコンマ (.) または (,) から選択
- Dual Multi - デュアルマルチ機能のオン／オフ
- 測定値保持 - ホールドまたはバー表示を選択
- 時間 - 時間の表示形式を選択
- 日付 - 日付の表示形式を選択
- B スコープ最小値 - B スコープ表示の最小値を設定
- B スコープ最大値 - B スコープ表示の最大値を設定
- 自動電源オフ - 節電モードの設定。オンの場合は、電源が切れるまでの時間を 5/10/15/30 分から選択（自動的に電源が切れてもその時のデータは失われません)。オフの場合は、手動で電源を切らない限り、操作をしない時間が続いても電源は切れません。
- コントラスト - 表示コントラストの調整
- バックライト - ディスプレイバックライトの設定。自動を選択すると、キー操作の後 5 秒間バックライトが点灯。オンを選択すると常時点灯しているためバッテリを消費します。

3.2.1　ゲイン設定

ゲインは、自動、デフォルト、高、低から選択可能です。

設定手順：

1. MODE キーを押して設定メニューを開きます。
2. ▲ ▼ キーで [ゲイン] を選択します。
3. CAL/ON を押し、▲ ▼ キーで設定値を選択します。
4. 最後に CAL/ON キーを押して確定します。

3.2.2　画面更新速度の設定

測定値の更新速度を 4Hz、8 Hz から選択できます。

設定手順：

1. [MODE] キーを押して設定メニューを開きます。
2. [▲] [▼] キーで [画面更新速度] を選択します。
3. [CAL/ON] を押し、[▲] [▼] キーで 4Hz または 8 Hz を選択します。
4. 最後に [CAL/ON] キーを押して確定します。

3.2.3 公称厚さ値の入力

差厚測定のための公称厚さ値を入力します。差厚測定は、入力した公称厚さ値と実際の測定値の差（実測値または %）を表示する測定モードです（4.4 項参照）。

公称厚さ値の入力手順：

1. MODE キーを押して設定メニューを開きます。
2. ▲ ▼ キーで [公称厚さ値] を選択します。
3. CAL/ON を押し、▲ ▼ キーで公称厚さ値を入力します。カーソルの位置は ◀ ▶ キーで選択できます。
4. 設定したら、最後に CAL/ON キーを押して確定します。

差厚測定は、表示モード画面で [差厚測定] を選択してから測定画面で測定を実行してください。

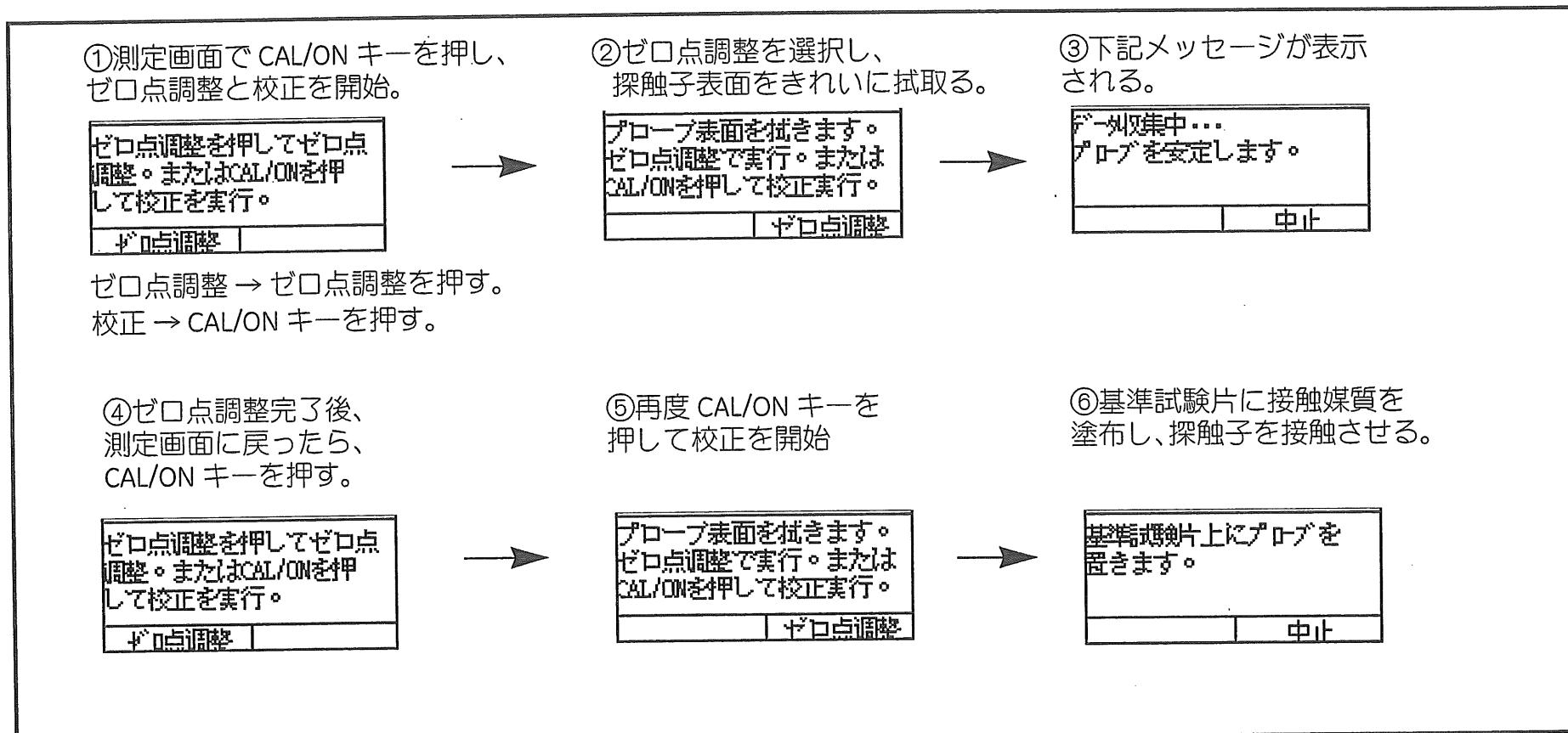
3.3 校正

測定を始める前に、必ず測定に使用する探触子で DM5E を校正してください。校正には、厚さがわかっている試験片が必要です。

校正作業を開始する前に、使用する探触子のセットアップファイルを選択してください。その後、パスワード機能によりロックメニューで校正モードを選択します。ロックメニューの開き方や設定方法については、図 12 を参照してください。

校正モードは、1 点校正、2 点校正、オンブロックのいずれかを選択できます。校正を開始すると手順が画面に表示されるため、画面の指示に従って操作してください。1 点校正の手順は図 9、2 点校正は図 10 、オンブロック校正は図 11 を参照してください。

Note: *出荷状態での DM5E の校正モードは、1 点校正（オフブロック）に設定されています。*

Note: *正しい測定結果を得るには、校正を正確に行うことが重要です。試験体の材質や温度が変わった場合、使用する探触子を変更する場合、パラメータを変更した場合、また前回の校正から一定の期間が経過した場合は必ず校正を実施してください。*

①測定画面で CAL/ON キーを押し、
ゼロ点調整と校正を開始。
ゼロ点調整を押してゼロ点
調整。またはCAL/ONを押
して校正を実行。
ゼロ点調整
ゼロ点調整 → ゼロ点調整を押す。
校正 → CAL/ON キーを押す。
②ゼロ点調整を選択し、
探触子表面をきれいに拭取る。
プローブ表面を拭きます。
ゼロ点調整で実行。または
CAL/ONを押して校正実行。
ゼロ点調整
③下記メッセージが表示
される。
データ収集中・・・
プローブを安定します。
中止
④ゼロ点調整完了後、
測定画面に戻ったら、
CAL/ON キーを押す。
ゼロ点調整を押してゼロ点
調整。またはCAL/ONを押
して校正を実行。
ゼロ点調整
⑤再度 CAL/ON キーを
押して校正を開始
プローブ表面を拭きます。
ゼロ点調整で実行。または
CAL/ONを押して校正実行。
ゼロ点調整
⑥基準試験片に接触媒質を
塗布し、探触子を接触させる。
基準試験片上にプローブを
置きます。
中止

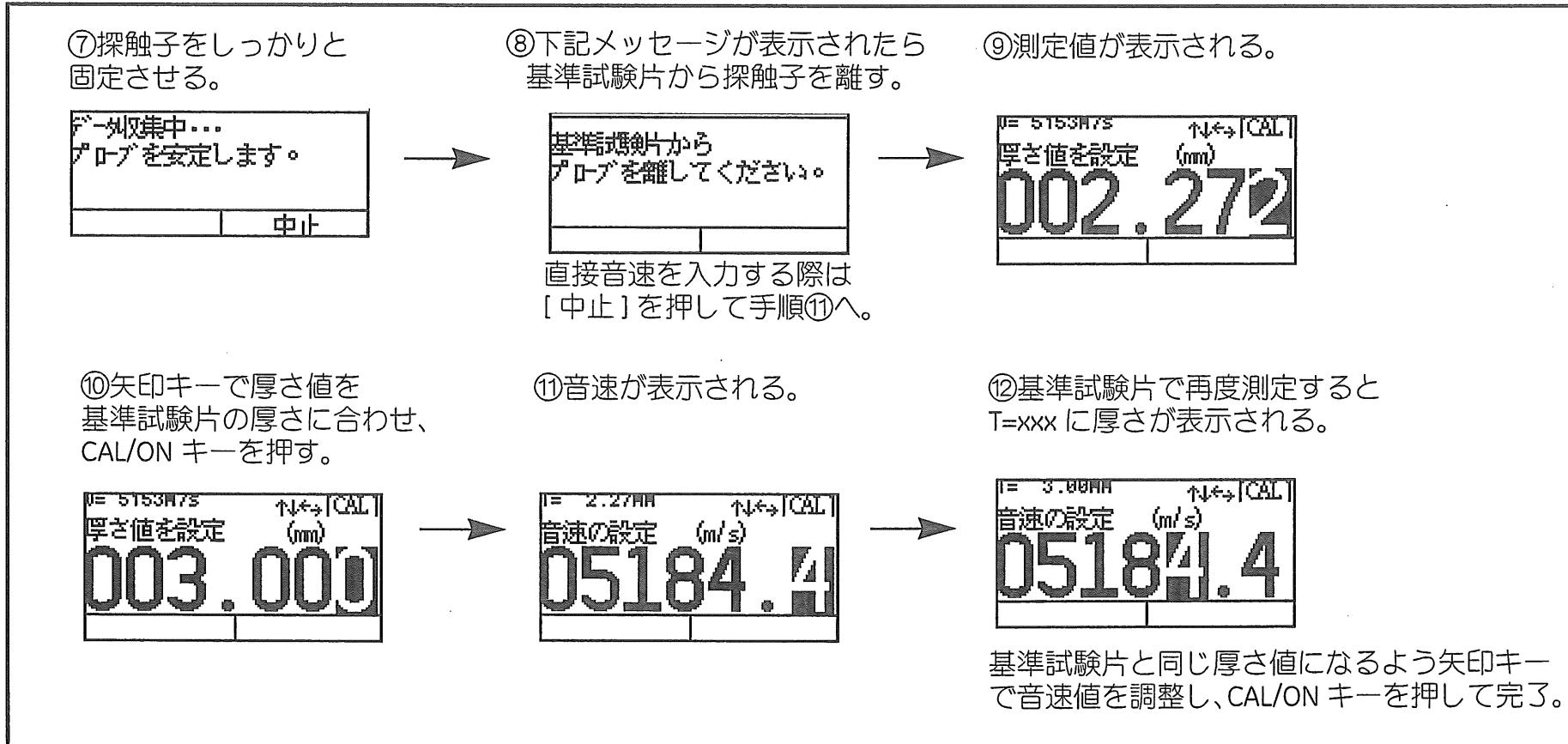
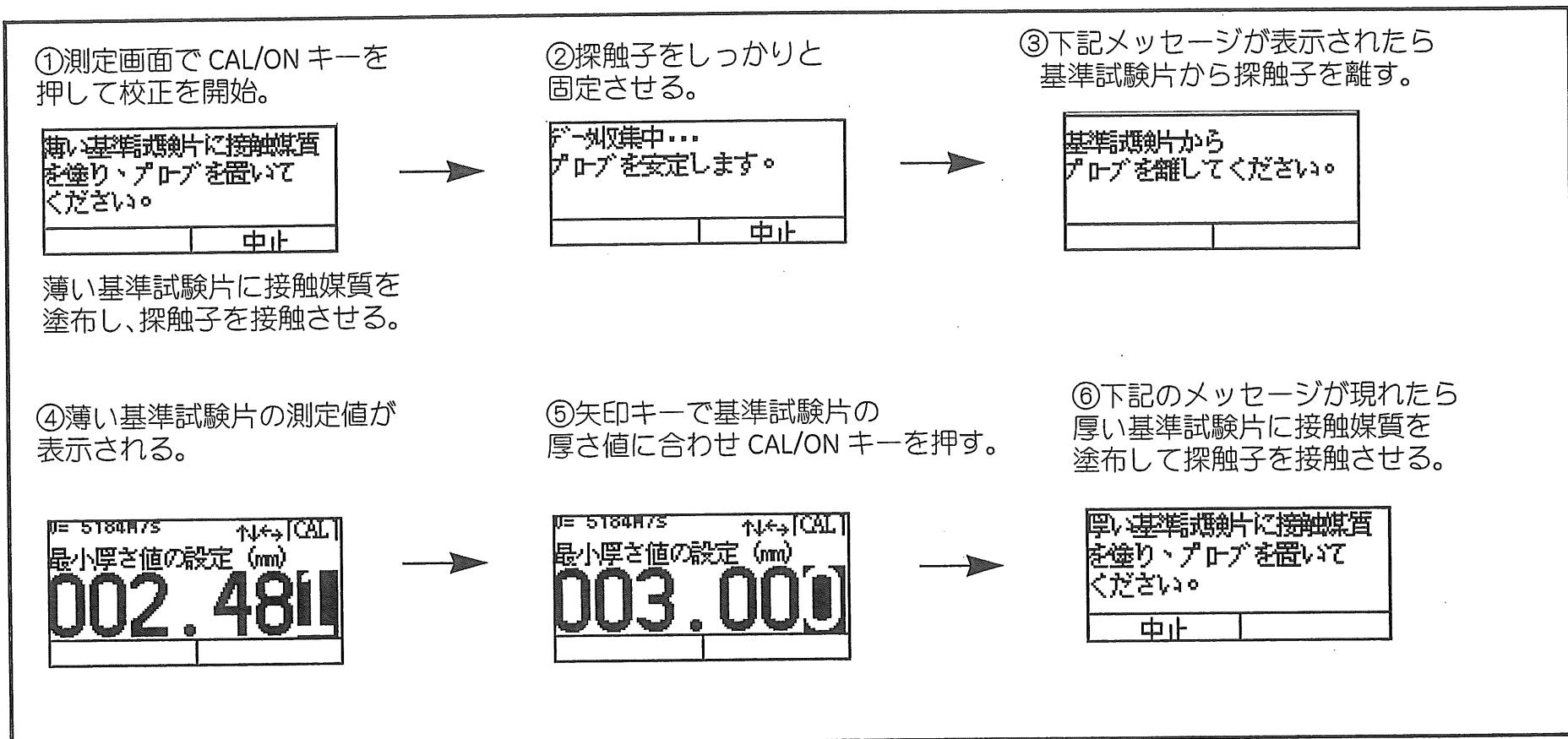
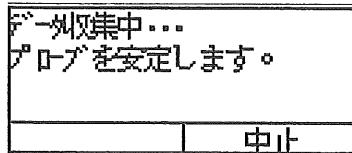



図 9: 1 点校正の手順（1）

⑦探触子をしっかりと
固定させる。
データ収集中・・・
プローブを安定します。
中止
⑧下記メッセージが表示されたら
基準試験片から探触子を離す。
基準試験片から
プローブを離してください。
直接音速を入力する際は
[中止] を押して手順⑪へ。
⑨測定値が表示される。
V= 5153M/s
CAL
厚さ値を設定
(mm)
002.272
⑩矢印キーで厚さ値を
基準試験片の厚さに合わせ、
CAL/ON キーを押す。
V= 5153M/s
CAL
厚さ値を設定
(mm)
003.000
⑪音速が表示される。
T= 2.27MM
CAL
音速の設定
(m/s)
05184.4
⑫基準試験片で再度測定すると
T=xxx に厚さが表示される。
T= 3.00MM
CAL
音速の設定
(m/s)
05184.4
基準試験片と同じ厚さ値になるよう矢印キー
で音速値を調整し、CAL/ON キーを押して完了。

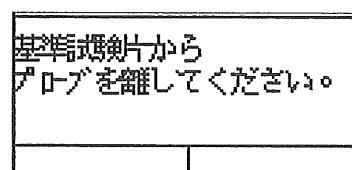
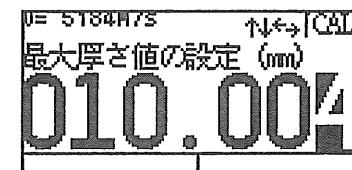



図 9：1 点校正の手順（2）

図 10: 2 点校正の手順（1）

図 10：2 点校正の手順（2）

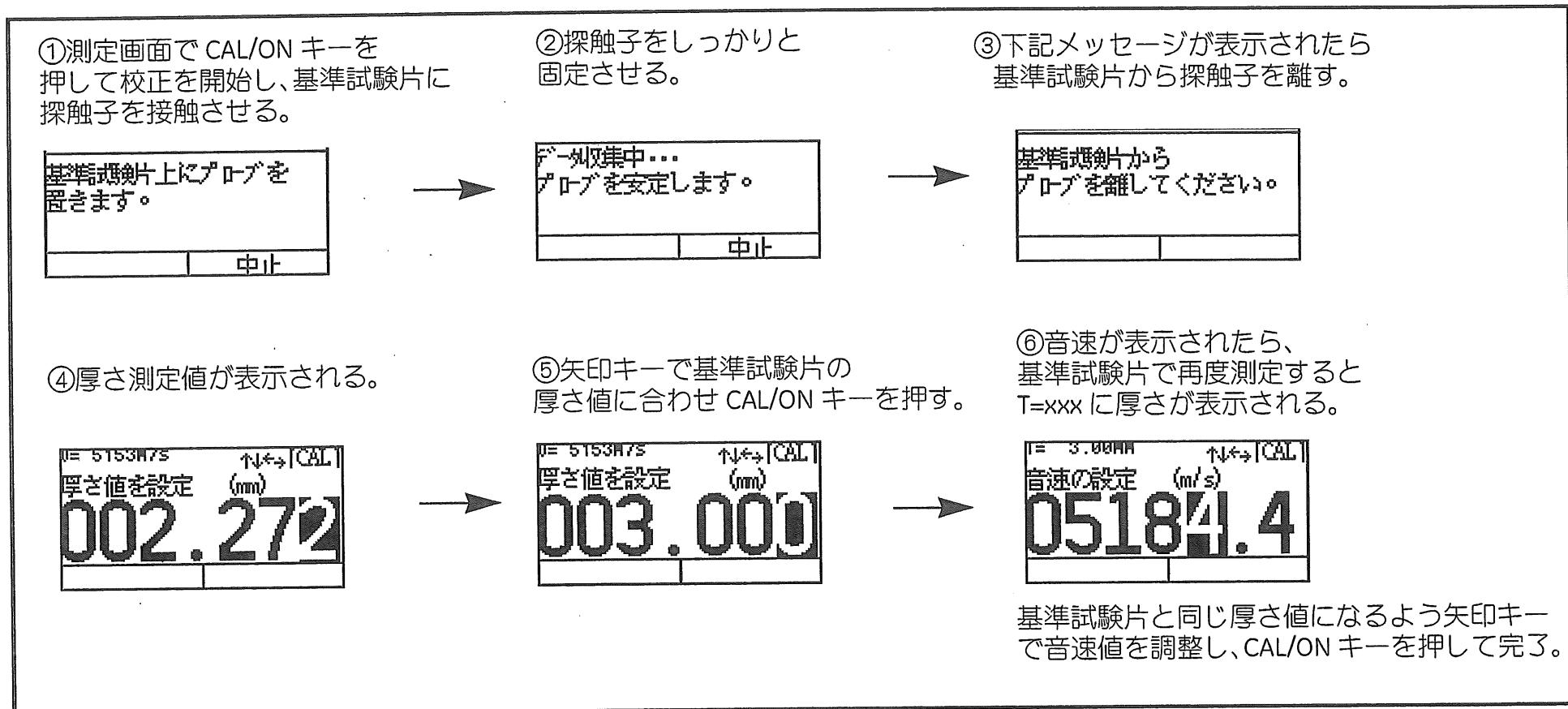



図 11: オンブロック校正の手順

3.4 アラーム上限値／下限値の設定

測定値の上限と下限を設定しておくと、測定値が上限・下限を超えた際に測定値表示の文字色が点滅します（B スコープ表示の場合は除く）。B スコープ表示の場合は、測定値が上限・下限を超えると画面に表示の測定値が 0.5 秒の間隔で点滅します。

上限値／下限値の設定手順：

1. MODE キーを押して設定メニューを開きます（図 5 参照）。
2. ▲▼ キーで、下限値の場合は [最小厚さ値]、上限値の場合は [最小厚さ値] を選択します。
3. CAL/ON キーを押します。
4. ▲ ▼ キーで下限値／上限値を入力します。カーソルの位置は ◀ ▶ キーで選択可能です。アラーム設定をオフに設定するには、▲ と ▼ を同時に押します。
5. 最後に CAL/ON キーを押して確定します。

3.5 B スコープ表示範囲

B スコープ表示の表示範囲はデフォルト設定で 0 ～ 508mm です。試験対象物に合わせて表示範囲を調整してください。適切に表示範囲を設定することでよりクリアな波形図が得られます。

表示範囲設定手順：

1. MODE キーを押して設定メニューを開きます（図 5 参照）。
2. ▲ ▼ キーを押して [B スキャン最小値] または [B スキャン最大値] を選択します。
3. CAL/ON キーを押します。
4. ▲ ▼ キーで最小値／最大値を入力します。カーソルの位置は ◀ ▶ キーで選択可能です。アラーム設定をオフに設定するには、▲ を ▼ を同時に押します。
5. 最後に CAL/ON キーを押して確定します。

3.6 ロック機能

ロックメニューからパスワードを設定して各種設定のロックとロック解除ができます。操作手順は図 12 を参照してください。

校正を開始する前にロックアウトメニューから校正モードを選択してください。校正モードは、オンブロック、1 点校正、2 点校正から選択可能です。

Note: DM5E にはデータレコーダが搭載されていません。

また、ロックメニューには校正の時期を知らせるリマインダー機能があります。

校正リマインダー機能の設定：

- **校正要求時間** - 前回の校正から予め設定した時間が経過するとリマインダーを表示。
- **CAL 設定値** - 予め設定した数の測定値を保存するとリマインダーを表示（[保存] キーを押す回数による)。
- **CAL 設定オン** - 電源を入れる度にリマインダーを表示。

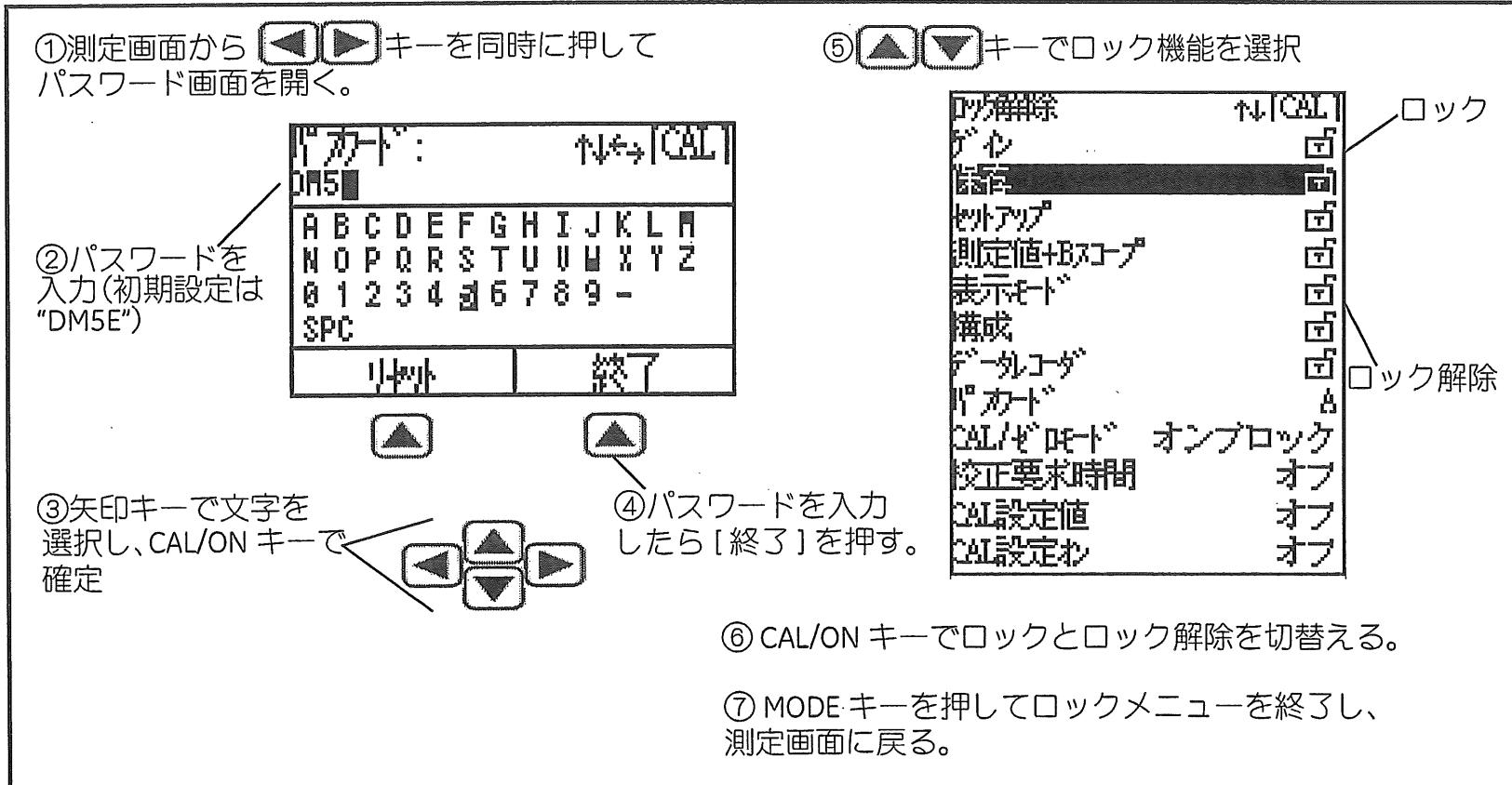



図 12: キー操作のロックとロック解除

4. 厚さ測定

3 章の説明に従って測定条件の設定を終えてから、測定値表示モードを設定してください。

本章の内容：

- 表示する測定値の選択（4.1 項）
- 測定値（標準）モード（4.2 項）
- 最小厚さ／最大厚さ測定モード（4.3 項）
- 差厚測定モード（4.4 項）
- B スコープ表示モード（4.5 項）
- デュアルマルチ測定モード（4.6 項）

Note: *本章で説明の設定を行う前に、使用する探触子のセットアップファイルを選択しておいてください。設定を行った後にセットアップファイルを選択すると、設定した値がデフォルト値に戻ります。*

4.1 測定モードの選択

以下の測定モードは DM5E の全機種に共通です。

- **測定値** - 厚さ測定値のみを画面中央に表示します。
- **最小厚さ** - 一連の測定の最小値を表示します。探触子を試験体から離すと画面にタイムアウトバーが表示され、時間切れになる前に再度探触子を接触させれば一連の測定を続けることができます。一連の測定を終えると画面中央に最小値が表示されます。画面上には最小値、最大値、最小値と最大値の差も同時に表示されます。
- **最大厚さ** - 一連の測定の最大値を表示します。上記最小厚さモードと同様に一連の測定を行うと、画面中央に最大値、画面上に最大値、最小値、最小値と最大値の差が表示されます。
-

Note: 高感度探触子の場合、接触媒質の過剰塗布は誤測定につながります。

- **差厚測定** - 画面中央に、予め入力しておいた公称厚さ値と実際の測定値の差（mm/%）を表示します。画面上には公称厚さ値と実測値も表示します。
- **B スコープ** - 1 秒間ごとに厚さ値をグラフで表示します。画面下には最小厚さ値と最大厚さ値を表示します。探触子を試験体から離して 5 秒経過すると測定データが更新されますが、5 秒以内に再度探触子を接触させると一連の測定を続行することができます。[保存] を選択すると、一連の測定の最小値が保存されます。

Note: *差厚は負の数となる場合もあります（4.4 項参照）。*

Note: *一連の測定中において再度スキャンを行う場合は、再スキャンを押します。*

測定モードの設定：

1. MODE キーを押して設定メニューを開きます。
2. ▲ ▼ キーで [表示モード] を選択します。
3. CAL/ON キーを押します。
4. ▲ ▼ キーで使用したい測定モードを選択し、CAL/ON キーで確定します。

4.2 測定値モード

標準の測定値モードは、厚さ測定値のみを表示します（図 13）。

Note: *データレコーダ機能を搭載した DM5E DL では、音速は表示されず、測定値の他にデータロケーション（測定値の保存先セル）と保存した値が画面左上に表示されます。*

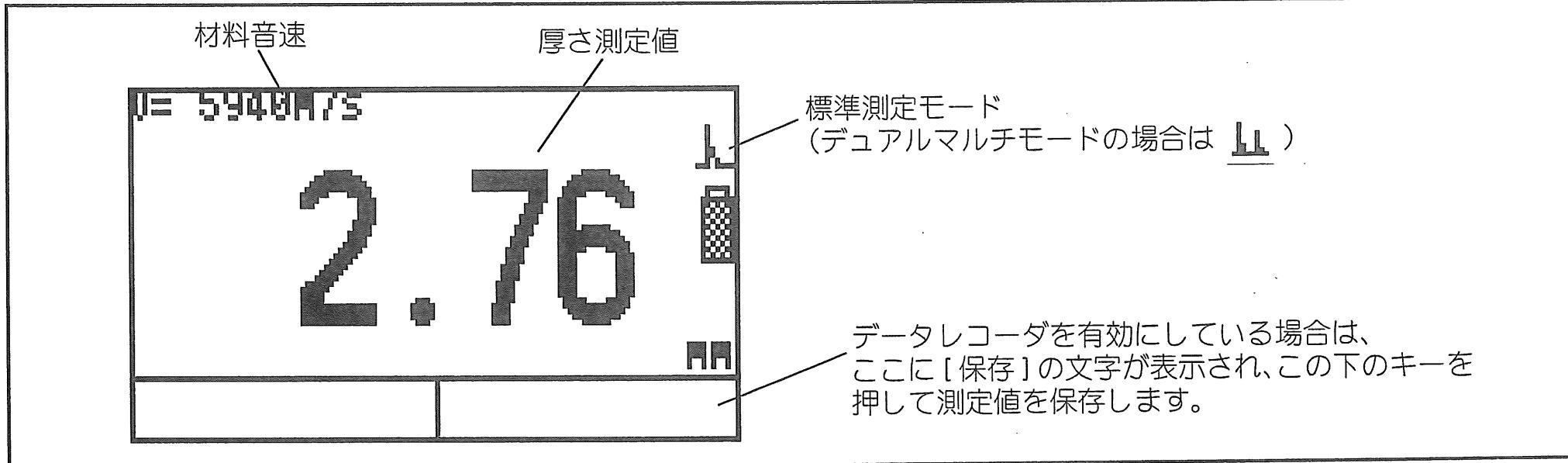
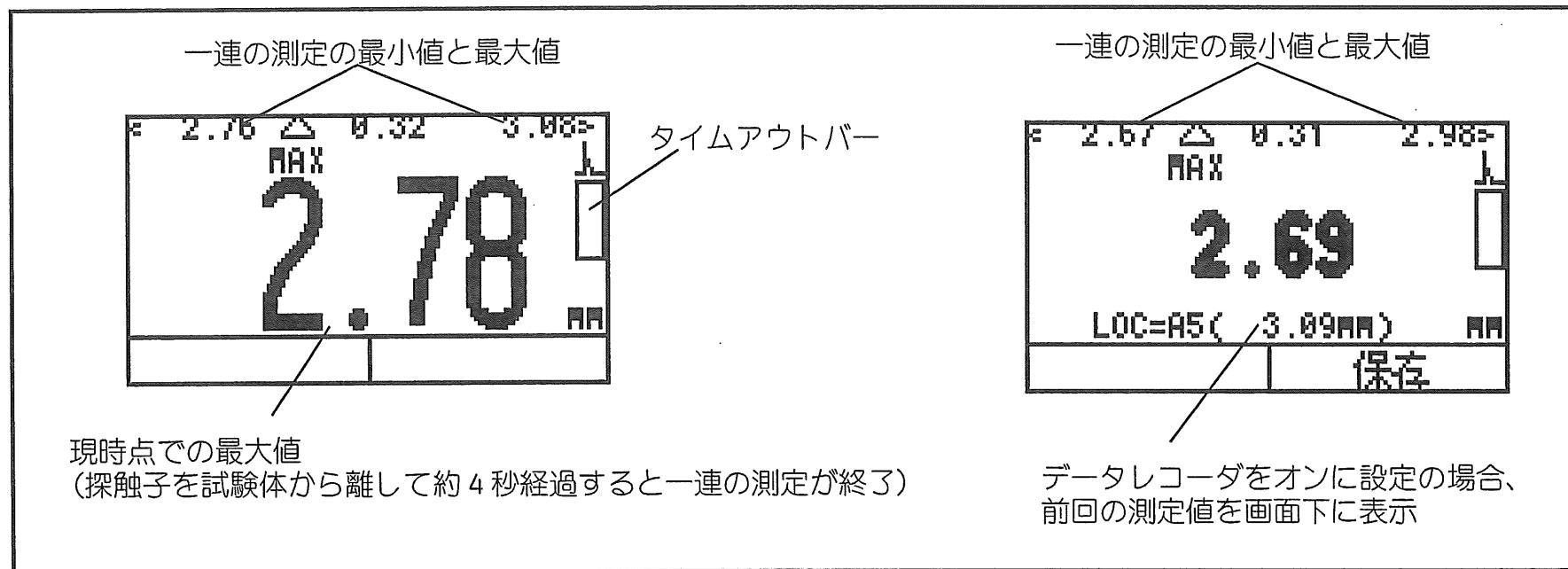



図 13: 標準の測定値モード

4.3 最小厚さ／最大厚さ測定モード

一連の測定の最小値または最大値を表示します。探触子を試験体から離すとタイムアウトバーが表示され、時間切れになる前に再度探触子を接触させると一連の測定を続けることができます。測定を終了すると、一連の測定の最小値または最大値が表示されます。

図 14: 最大厚さ測定モード

4.4 差厚測定モード

測定前に入力した公称厚さ値と実際の測定値の差を表示します（図 15)。実際の測定値から公称厚さ値を引いた値を整数とパーセンテージで示します。

Note: *実際の測定値と公称厚さ値との差は負の値となる場合もあります。*

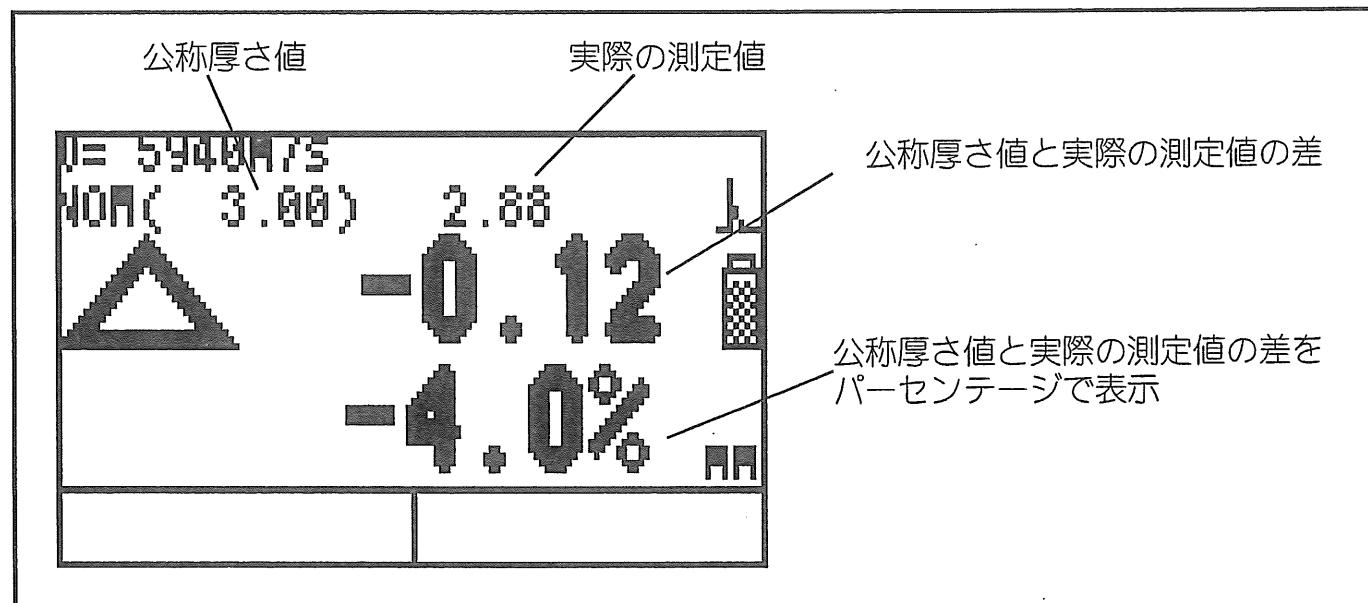



図 15: 差厚測定モード

4.5 B スコープ表示モード

B スコープ表示モードは、測定値をグラフで表します（図 16）。画面下には一連の測定の最小値と最大値が表示され、一端探触子を試験体から離しても、すぐに再接触させれば一連の測定を続けることができます。データレコーダをオンに設定の場合、[保存] の下の矢印キーを押すと一連の測定の最小値が保存されます。

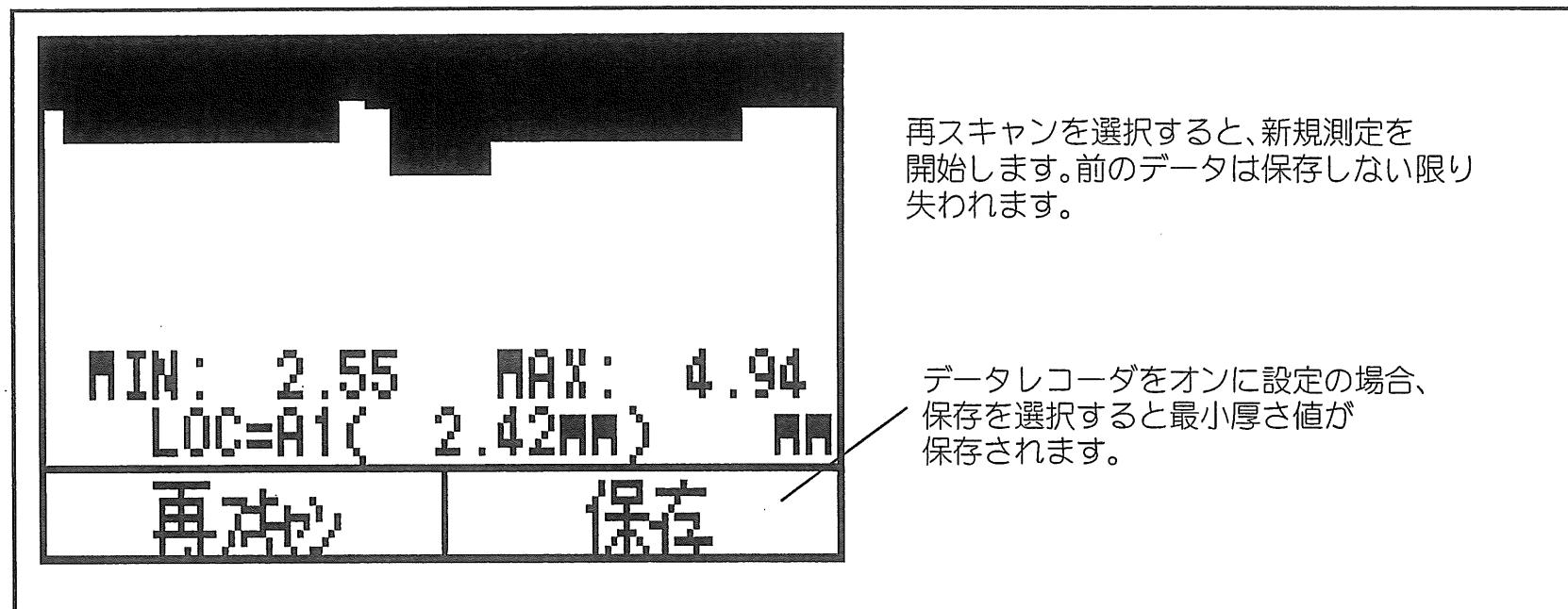



図 16: B スコープ表示モード

Note: *注意：初期設定はB スキャン最小値が0.00、B スキャン最大値が508.00 です。ご使用前に測定する対象物に合わせてそれぞれの値を適切に変更してください。*

4.6 デュアルマルチ測定モード

デュアルマルチ測定モードは、ペイントなどのコーティング材の上から母材の厚さのみを測定することができる機能です。底面エコー B1 から B2 までの時間を測定することにより、コーティング層を省いて母材の厚さのみを測定します。測定可能範囲はコーティング材の種類と厚さ、コーティングと母材の接着状態によって異なります。

デュアルマルチモードのオン／オフは、設定メニューから行うか、測定画面で MODE キーを長押しします。バッテリ残量表示上のシングルピークアイコン ( ) が標準の測定モード（IP モード）、デュアルピークアイコン ( ) がデュアルマルチモードを示しています（図 17）。

Note: *デュアルマルチ機能は、DM5E およびDM5E DL に標準装備されています。*

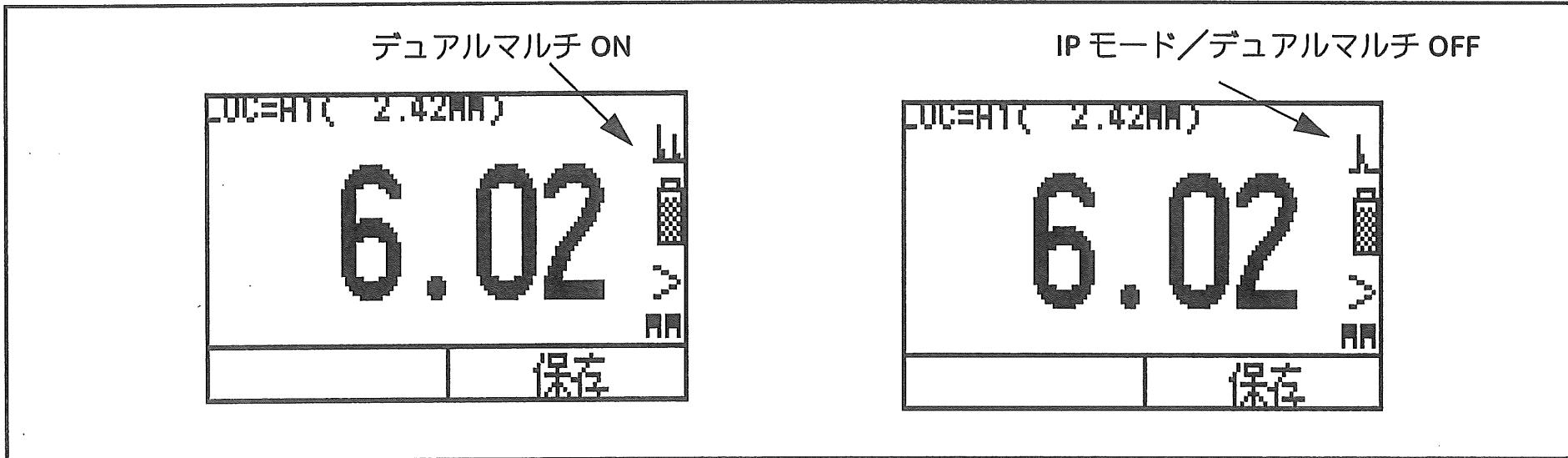



図 17: デュアルマルチモードの表示画面

5.　データレコーダ（オプション）

Note: *本章の説明は、データレコーダ搭載の DM5E DL にのみ該当します。*

データレコーダ機能でデータファイルの作成と測定データの保存ができます。

本章の内容：

5.1　新規ファイルの作成

新規データファイルを作成するには、まずファイル名を入力し、列数や行数を設定します。ファイル作成時にファイルに関するメモを入れることも可能です。

データファイル作成のパラメータ：

- 行数と列数の設定（図 18 参照）
- 保存方向の設定（図 18 参照）
- メモ入力

Note: *一端データファイルを作成すると、ファイル名、列数・行数、保存方向は変更できません。メモのみ編集可能です。*

データファイル作成の手順は図 19 を参照してください。

図 18: 新規ファイル作成手順

図 19: データファイル画面（左）と起動ファイル画面（右）

5.2 データファイルの呼出しと削除

保存したデータファイルを呼出し、新たに測定したデータを空きのセルに保存することができます。保存方向の設定に従って順番に空きセルに保存されるため、保存先セルの選択や保存方向の変更はできません。

不要になったデータファイルは削除可能です。

5.2.1 データファイルの呼出し

1. MODE キーを押して設定メニューを開き、[データレコーダ] をオンに設定します。
2. 再度 MODE キーを押して起動ファイル画面を開きます。
3. 画面下に表示の [ファイル] の ▲ キーを押してファイル選択画面を開きます。
4. ▲ ▼ キーで呼出したいファイルを選択し、[選択] の ▲ キーを押して呼出しを実行します。
5. 選択したファイルの内容が表示されます。
6. MODE キーを数回押すとデータファイル画面を開くことができます。

5.2.2 データファイルの削除

1. MODE キーを押して起動ファイル画面を開きます。

2. 画面下に表示の [ファイル] の ▲ キーを押してファイル選択画面を開きます。

3. ▲ ▼ キーで削除したいファイルを選択し、[消去] の下の ▲ キーを長押しして削除を実行します。

重要：データファイルの削除を実行すると、ファイルを元に戻すことはできません。

5.3 データファイルに厚さ測定値を保存する

測定を行う前に、設定メニューで [データレコーダ] を**オン**に設定してください。**オフ**に設定しているとデータファイル画面（図 19）が表示されません。

測定値をデータファイルに保存するには、測定画面で [保存] の下の ▲ キーを押します。保存する測定値の単位（mm またはインチ）および小数点以下の桁数は、設定メニューの [単位] と [小数点] の設定（3.2 項）により異なります。

5.3.1 B スコープデータを保存する

B スコープ表示モードで測定値を保存する場合、最小値が保存されます。保存方法は、他の測定モードと同様に [保存] の下の ▲ キーを押します。

5.3.2 データファイルの選択

1. 保存したデータファイルを開くには、まず設定メニューで [データレコーダ] を**オン**に設定しておきます。
2. MODE キーを数回押して起動ファイル画面を開き、[起動ファイルなし] と表示されていたら [ファイル] の下の ▲ キーを押してファイル選択画面からファイルを選択します（図 19 参照)。
3. 再度 MODE キーを数回押してデータファイル画面を開きます。
4. データファイルを開いたら、▲ ▼ ◀ ▶ キーでセルを選択することができます。
5. セル選択後、以下の操作が可能です。
   - 現在の測定値を空きセルに保存

- 画面下に表示の [保存] 下の▲キーを押して測定値を保存
- 画面下に表示の [保存] 下の▲キーを押して前回保存した測定値を上書き

6. データ出力

Note: *本章の内容は MD5E DL に該当します。*

I/O ポートからデータを外部機器に転送することができます。DM5E と PC の接続には、ミニ USB - PC ケーブルを使用します (図 20)。データレコーダに保存したデータファイルを PC に転送し、データ処理ソフトウェアの UltraMATE や UltraMATE Lite、Excel Macro で開くことができます。

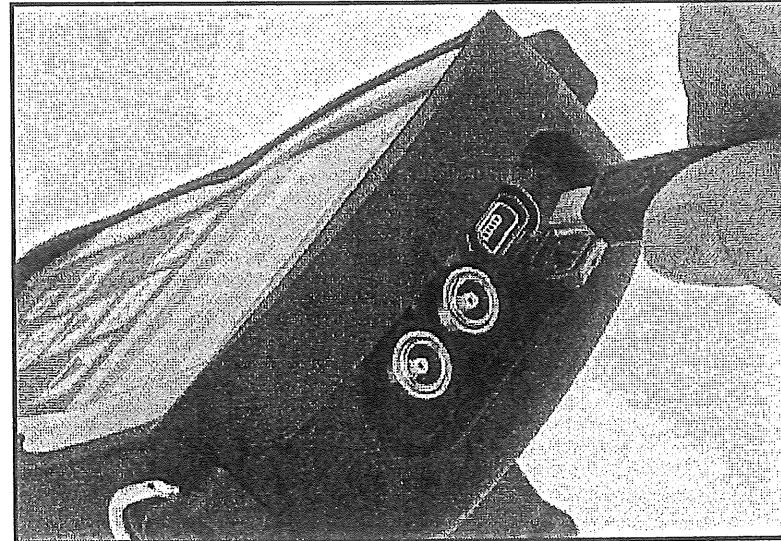



図 20: ミニ USB 接続端子

6.1 DM5E と PC の接続

DM5E と PC の接続にはミニ USB ケーブルを使用します。接続前に COM ポートドライバ（付属の CD にあります）を PC にインストールしてください。

7. 仕様

本章の内容：

- DM5E 本体の仕様（図 7.1）
- データレコーダ機能の仕様（オプション）（図 7.2）
- 探触子の仕様（図 7.3）

Note: P79 の EN15317 に対する仕様を参照してください。

7.1　本体仕様

動作原理：	超音波パルスエコー法
測定範囲：	0.60mm ～ 508mm（鋼中） デュアルマルチ：2 ～ 23mm （コーディング厚さ 0.3mm ～ 2.50mm） ＊ご使用になる探触子により異なります。
表示分解能：	デフォルト：0.001 inch（0.001, 0.01 inch から選択可能） デフォルト：0.01 mm（0.01, 0.1 mm から選択可能）
音速範囲：	508 ～ 18,699 mm/μs
材料音速分解能：	1 m/s
測定単位：	mm, inch
校正モード：	1 点校正、2 点校正、オンブロック
パルサ：	*励起パルス：*スパイクパルス *電圧：*120 V、50Ω 負荷、20 MHz オシロスコープ

レシーバ：	*帯域幅：*1.5 MHz ～ 12 MHz @ -3 dB *ゲイン：*自動調整
表示部：	高分解能 LCD, 53mm x 27mm（64 x 128 ピクセル）、 バックライト、コントラスト調整機能付き
表示更新速度：	測定モード：4 Hz または 8 Hz（選択可能） スキャンモード：24 Hz
厚さ値表示	*標準モード：*5 桁、文字サイズ 高さ 10.6 mm *B スコープ：*5 桁、文字サイズ 高さ 2.55 mm
測定値表示色：	探触子の接触・非接触により黒、白切り替え
探触子設定：	9 種類（初期設定）

アラーム設定：	最小値、最大値 範囲：0.25 mm ～ 508 mm
電源：	単 3 アルカリ乾電池 x 2
バッテリ動作時間：	約 60 時間
自動電源オフ：	常時オン、自動オフ（5, 10, 15, 30 分後）
表示言語：	日本語、英語、ドイツ語、フランス語、スペイン語、イタリア語、ロシア語、中国語
コネクタ：	*探触子接続：* Lemo 00 x 2 *Mini USB* ：Mini USB-PC
温度範囲：	*操作時*：-10°C ～ +50°C *保管時*：-20°C ～ +60°C
重量：	223 g（バッテリ含む）
寸法：	138mm x 32mm x 75mm (H x W x D)

耐衝撃性： IEC 68-2-27 Ea, Mil Std 810C Method 516.2 Procedure I
with a 15g 11ms impulse half sinusoidal wave applied 6 times per axis

防塵・防滴性： 防塵・防滴規格 IEC529 / IP54 準拠

Note: *仕様は予告なく変更する場合がありますので予めご了承ください。*

7.2 データレコーダ機能の仕様

データ数：	最大 50,000 点
ファイル形式：	グリッド／リニア
行数：	1 ～ 50,000
列数：	1 ～ 223
ファイル名：	英数字（24 文字まで）
オプションソフトウェア：	UltraMATE/UltraMATE Lite

Note: *仕様は予告なく変更する場合がありますので予めご了承ください。*

7.3 DM5E 用探触子仕様

	DA501 EN	DA503 EN	DA512 EN	DA590 EN
用途	一般測定用	厚物測定用	薄物測定用	高温用
周波数	5 MHz	2 MHz	7.5 MHz	5 MHz
測定範囲（鋼中）	1.0 ～ 200 mm	5 ～ 300 mm	0.6 ～ 60 mm	1 ～ 125 mm @20°C 1.3 ～ 25.4 mm @200°C
Dual Multi 測定範囲	5.0-23mm (new) 5.0-17mm	適用外	3.0-10mm (New) 3.0-7.0mm	適用外
接触面	12 mm	16.1 mm	7.5 mm	12.7 mm
温度	-10 ～ 70°C	-10 ～ 70°C	-10 ～ 70°C	-10 ～ 200°C
ケーブル	DA231	DA231	ケーブル一体型	C-120/ C-123(Armed)
EN Certificate 対応	○	○	○	○

8. 保守

8.1 本体の手入れ

水または窓ガラス用中性洗剤で軽く湿らせた柔らかい布で拭いてください。刺激の強い溶剤はプラスチックの脆化や損傷の原因となることがあるため、絶対に使用しないでください。

8.2 ケーブルの取扱い

- ケーブルがねじれたり、もつれたりしないよう注意してください。
- ケーブルの差込み・取外しの際はコネクタ部を持ってください。

8.3 バッテリーの取扱い

バッテリーに液漏れや腐食がないか、定期的に点検してください。異常が見られる場合は直ちにバッテリーを交換し、廃棄バッテリーは正しく処分してください（P77 の「環境への取り組み」を参照）。

付録 A.　補足情報

本章の内容：

- オペレーティングソフトウェアのリセット（A1）
- オペレーティングソフトウェアのアップグレード（A2）
- ウェブサイト（A3）
- 電磁両立性（EMC）適合証明（A4）
- お問い合わせ先（A5）

A.1 オペレーティングソフトウェアのリセット

重要：以下の手順でソフトウェアをリセットするとすべてのパラメータが初期設定に戻ります。ファイルを保管しておきたい場合は、リセットを行う前に専用ソフトウェア UltraMATE を使用してファイルを PC に移してください。リセットを行っても本体に保存したデータファイルは消えませんが、念のため事前にデータをパソコンに転送・保存してください。万一消去した場合の責任は負いません。

リセット手順：

1. 本体の電源を切ります。
2. MODE キーを長押し、約 3 秒間 CAL/ON キーを押します。
3. リセットが正常に完了すると **RESET COMPLETE（リセット完了）** のメッセージが画面に表示されます。

A.2 ファームウェアアップデート

DM5E はアップグレードユーティリティプログラムを使用してオペレーティングソフトウェアのアップグレードが可能です。アップグレードには、インターネット接続が必要となります。アップグレードユーティリティプログラムは DM5E に付属の CD にあります。

アップグレード手順：

1. PC をインターネットに接続し、アップグレードユーティリティプログラムをインストールします。
2. アップグレードユーティリティプログラムを立ち上げます。MS Windows をご使用の場合、スタートボタンから [ファイル名を指定して実行] をクリックし、DM5E アップグレードユーティリティを選択します（図 21）。
3. PC のローカルドライブにファームウェアを保存している場合は *“Browse local disk”* をクリックします。保存していない場合は、*“Download new file”* をクリックして GE Sensing & Inspection Technologies FTP サイトに接続します（インターネット接続が必要)。ファームウェアバージョンの確認が行われ、バージョンが古い場合は最新バージョンコードがダウンロードされます。

Note: *ファームウェアバージョンが同じ場合は、コードはダウンロードされません。*

4. DM5E の電源を切り、PC に接続します。
5. *“Upgrade The Instrument”* をクリックします。

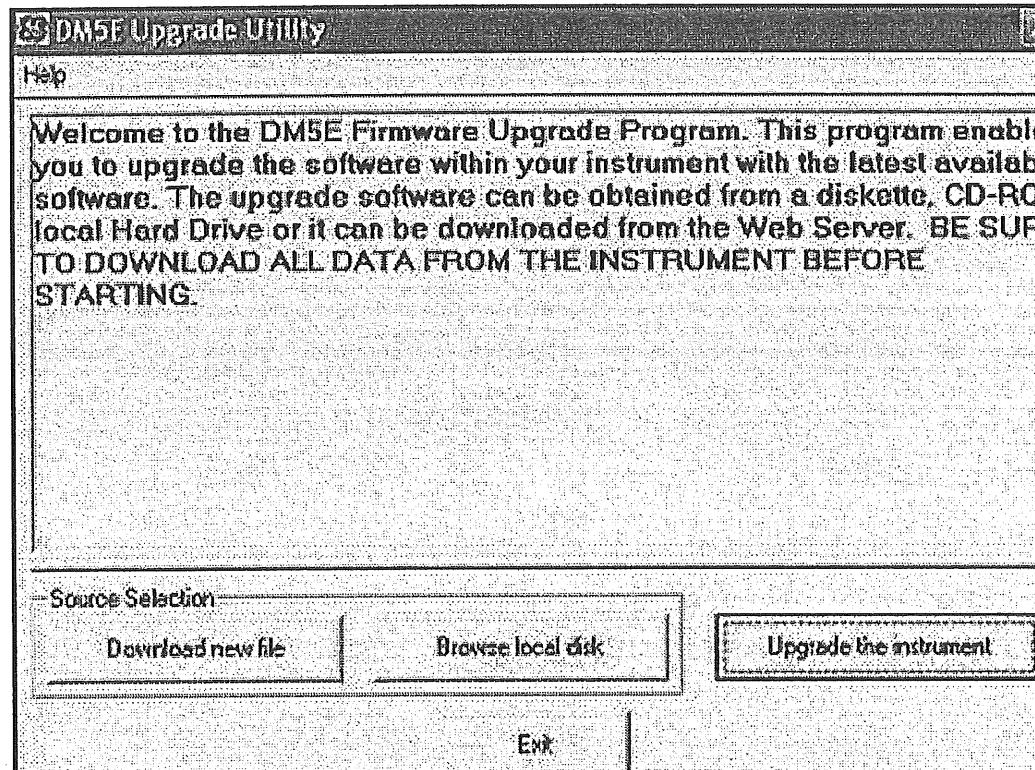



図 21: パラメータ設定の変更

6. [▲] キーと [CAL/ON] キーを約 3 秒間押します。アップグレードが始まり、完了すると本体の電源が自動的に切れます。

重要：次の手順で保存されている設定値は失われますが、データレコーダファイルのデータは消えません。

7. オペレーティングソフトウェアをリセットしてメモリを消去します。

A.3 ウェブサイト情報

GE インスペクション・テクノロジーズのウェブサイトには以下の情報を記載しています。
www.geinspectiontechnologies.com/jp

- オペレーティングソフトウェアに関する最新情報
- 最新アップグレードユーティリティプログラム
- 仕様
- 新機能
- 関連資料

A.4 EMC 規格適合

超音波厚さ計 DM5E

*装置の説明：*DM5E は周波数 0.5-12MHz (@-3dB) の探触子を用いて材料の厚さを測定する超音波厚さ計です。材料中の超音波の伝搬時間を測定し、指定の音速で厚さを算出して測定値を表示します。DM5E は工業用ポータブル厚さ計であり、自動プロセス制御システムの制御ループとしては使用できません。

適合規格：

DM5E は以下の EN 規格に準拠しています。

- EN55011: 2007
- EN61000-6-2: 2005

修理品の送付先／お問い合わせ先

弊社では ISO 9001 に準じた製品検査および品質管理システムを採用して装置の製造を行っておりますが、万一不具合が生じた場合は、購入代理店または弊社までご連絡ください。

修理品の送付は弊社テクニカルセンターまでお願い致します。

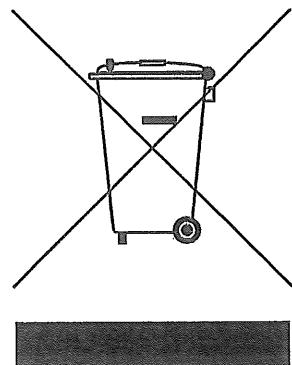
修理品送付先：
GE インスペクション･テクノロジーズ･ジャパン株式会社
月島テクニカルセンター
〒 104-0052　東京都中央区月島 4-16-13
秀和月島ビル 1F
TEL: 0422-67-7067　FAX: 0422-67-7068

管理の都合上、送り状への電話番号の記載およびお問い合わせは弊社吉祥寺事務所 Tel 0422-67-7067 までお願い致します。

付録 B. 規格適合

本章の内容：

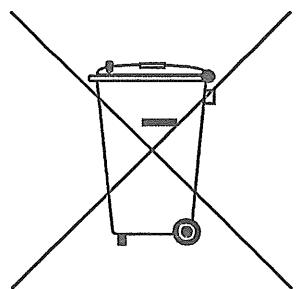
B.1 WEEE 指令

GE インスペクション・テクノロジーズは廃電気電子機器に関する EU 指令 2002/96/EC を遵守しています。

有害物質による環境汚染を防ぎ、天然資源にかかる負担を最小限に抑えるため、GE インスペクション・テクノロジーズでは役目を終えた製品の再使用やリサイクルを推奨しています。

製品に貼り付けられているゴミ箱マーク（大型ゴミ箱にバツ印が付いたマーク）は、製品の回収とリサイクルを推奨するシンボルマークです。

廃棄品の回収、再使用、リサイクルに関する詳細は、地域の行政機関にお問い合わせください。

GE の環境への取り組みに関する詳細や、製品の回収については、弊社ウェブサイト www.geinspectiontechnologies.com/jp の環境および安全衛生に関するページ（英語のみ）をご覧ください。

B.2 環境への取り組み

本製品のバッテリは、EU 指令のバッテリ回収・リサイクル対象製品です。バッテリの回収・リサイクルに関する詳細は、メーカーまたは関連機関にお問い合わせください。

B.2.1 バッテリ回収・リサイクルマークとは

バッテリおよび蓄電池には回収マークを付けることが義務付けられており、回収マークには以下の有毒金属の程度が記載されます。

- カドミウム (Cd) 0.002% 以上
- 鉛 (Pb) 0.004% 以上
- 水銀 (Hg) 0.0005% 以上

B.2.2 有毒物質の危険性と削減の義務

役目を終えた製品のバッテリまたは蓄電池はサプライヤーまたは回収機関に返却してください。バッテリ・蓄電池には人体や環境に有害な有毒金属が含まれていることがあります。

有毒金属を含む場合は、バッテリ・蓄電池に含有金属を記載することが義務付けられており、Pb は鉛、Hg は水銀、Cd はカドミウムを含んでいることを示しています。

- **カドミウム** — 肺癌や前立腺癌を引き起こす恐れがあります。慢性疾病としては、肝障害、肺気腫、骨軟化症や骨粗しょう症などの骨疾患の危険性があります。また、カドミウムは貧血、歯の変色、嗅覚喪失の原因となることもあります。
- **鉛** — 毒性が強く、体内に蓄積するため特に注意が必要です。鉛の摂取、吸入は人体に重大な障害を起こします。鉛による障害には、脳障害、痙攣やひきつけ、不妊症などが含まれます。
- **水銀** — 室温で有害蒸気を発生します。高濃度の水銀蒸気にさらされると、口腔・歯茎の慢性炎症、人格変化、神経症、発熱、発疹などの様々な症状を起こすことがあります。

B.3 仕様（EN15317）

以下表 1 は EN 規格の EN15317 に対応の仕様です。

表 1: EN15317 に対する仕様

項目	単位	最小値	Typical	最大値	備考
基本仕様					
寸法	mm				138mm x 32mm x 75mm
重量	g				223 g（バッテリー含む）
表示部	Pixel				64 x 128 液晶、バックライト、コントラスト調整機能付き
画面サイズ	mm				53.0mm x 27.0mm
更新速度	Hz		4		
電源					単 3 型アルカリ電池 2 本
探触子接続端子					"00" LEMO
コーティング上からの測定					デュアルマルチ

表 1: EN15317 に対する仕様

バッテリ残量表示	V	2	2.1	2.2	9 段階表示
バッテリ操作	時間	45	50	60	
電圧	V	2.15		3	
電流	milliAmps	95		145	更新速度 8Hz（USB ケーブルにて PC に接続）
温度に対する安定性	oC	-10		50	
使用温度範囲	oC	-10		50	
校正					2 点校正、オフブロック、オンブロック
データ保存					50,000 点まで保存可能
データ出力					USB（データレコーダ搭載の場合）
パルサ (スパイクパルス)					
PRF	Hz	3.2	4	4.8	Low
PRF	Hz	6.4	8	9.6	High
PRF	Hz	19.2	24	28.8	Min Scan および B スコープ
送信パルス	nSec			30	

表 1: EN15317 に対する仕様

送信パルス Td	nSec	400	500	600	
送信パルス V_{50}	Volts	-105.6	-96	-86.4	
レシーバ					
ゲイン調整					自動
周波数	MHz	1		12	
性能					
測定範囲	mm	1		200	DA501 使用の場合
測定範囲	mm	5		300	DA503 使用の場合
測定範囲	mm	0.6		60	DA512 使用の場合
測定範囲	mm	1		125	DA590 使用の場合
測定精度					